

PUB-NO: EP000128817A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: EP 128817 A1

TITLE: Process for adjusting and measuring the ageing of an
internal-combustion engine.

PUBN-DATE: December 19, 1984

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
LEFEVRE, REMI	N/A
ANDRE, RENE	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
RENAULT	FR

APPL-NO: EP84401144

APPL-DATE: June 5, 1984

PRIORITY-DATA: FR08309700A (June 10, 1983)

INT-CL (IPC): F02D005/00, F02P005/04

EUR-CL (EPC): F02D041/26 ; F02P005/145, F02P005/15

US-CL-CURRENT: 123/436

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>1. A process for measuring the ageing of an internal combustion engine and for regulating operation thereof characterized in that it involves the following steps comprising : a) using a device for angular detection of the position of the crankshaft using a target (1) provided with teeth which are regularly spaced except in respect of interruptions (3) for absolute detection, said teeth passing in front of a sensor (2) associated with a pulse shaping means (4), which means may be the same as that used for the electronic ignition of the engine, b) determining on the target (1) angular windows (F) which are equal in number to the number of explosions per revolution, of which the sum of the angular values over a revolution represents 180 degrees and whose beginning is displaced by about 8 degrees et 10 degrees in the retard direction relative to the corresponding top dead centre point, c) calculating from a clock frequency by digital processing the periods (TF) for which said various windows pass and producing the sum thereof of over a

revolution, and then calculating a **first** value which is the absolute value of the difference between said sum for a revolution and that of the previous revolution, d) calculating the time of the period of rotation over a revolution (TP) and calculating a **second** value as the absolute value of the difference between the periods of rotation of two successive revolutions, e) calculating a third value as the absolute value of the difference between double the **first** value calculated in c) and the **second** value calculated in d), f) calculating an instantaneous instability criterion (C) as the absolute value of the difference between the third value calculated in e) and a correction term (K) which is a function of the level of precision of the measurements and which is of the order of 7 microseconds for a clock frequency of 1 MHz, g) dividing the term obtained in f) by the cube of the period of rotation (TP) which was previously determined, h) calculating a relative criterion (Cn) as the relationship between the number of times over n revolutions in which the preceding instantaneous criterion (C) has exceeded an experimentally determined threshold (S), and said number n of revolutions, and finally i) determining the minimum and maximum tolerances a and b respectively for the relative criterion (Cn), diagnosing a **state** of ageing of the engine by determining the amount by which the criterion (Cn) deviated from said tolerances and acting on at least one of the operating parameters of the engine in the required direction to maintain said relative criterion (Cn) within the tolerances (a, b).

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 84401144.5

Int. Cl.³: F 02 D 5/00, F 02 P 5/04

Date de dépôt: 05.08.84

Priorité: 10.08.83 FR 8309700

Demandeur: REGIE NATIONALE DES USINES
 RENAULT, Boîte postale 103 8-10 avenue Emile Zola,
 F-92109 Boulogne-Billancourt (FR)

Date de publication de la demande: 19.12.84
 Bulletin 84/51

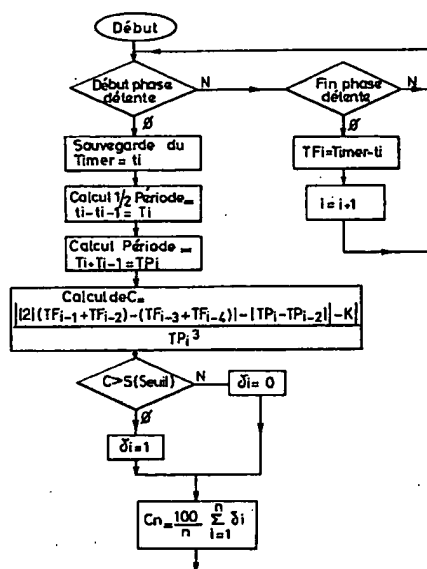
Inventeur: Lefevre, Rémi, 38 bis, rue Henry Litolf,
 F-92700 Colombes (FR)
 Inventeur: Andre, René, 2, Allée du Prunier Hardy,
 F-92200 Bagneux (FR)

Etats contractants désignés: AT BE CH DE GB IT LI NL SE

Mandataire: Colas, Jean-Pierre et al, Regie Nationale
 des Usines RENAULT (S.0804), F-92109 Boulogne
 Billancourt Cedex (FR)

Procédé et dispositif de réglage et de mesure du vieillissement d'un moteur à combustion interne.

Procédé de réglage et de mesure du vieillissement d'un moteur à combustion interne, caractérisé par le fait que l'on utilise un dispositif de repérage angulaire du vilebrequin utilisant une cible munie de dents et régulièrement espacé sauf des interruptions pour le repérage absolu, ces dents défilant devant un capteur associé à un dispositif de mise en forme des impulsions, ce dispositif pouvant être le même que celui utilisé pour l'allumage électronique du moteur, que l'on traite par le calcul ces impulsions pour élaborer un critère relatif (Cn) selon l'organigramme représenté, et que l'on agit sur au moins un des paramètres de marche du moteur dans les sens voulu pour maintenir ce critère relatif (Cn) à l'intérieur de tolérances déterminées expérimentalement.



Procédé et dispositif de réglage et de mesure du vieillissement d'un moteur à combustion interne.

L'invention concerne principalement l'évaluation du vieillissement d'un
5 moteur à combustion interne.

On sait que le réglage des divers paramètres d'un moteur, notamment la richesse ou le temps d'injection, le taux de recirculation des gaz d'échappement, et l'avance à l'allumage, se fait lors de la mise au point du moteur à partir d'éléments neufs, tels que bougies, injecteur et capteur de température, dont on connaît parfaitement les caractéristiques. Cependant, ces
10 caractéristiques, ainsi que le jeu des culbuteurs, subissent une dérive au cours du temps, de sorte que le moteur se dérègle progressivement et présente des instabilités de rotation qui vont en croissant. On dit d'une façon imagée que le moteur tourne moins "rond". D'où l'idée d'évaluer le vieillissement
15 d'un moteur par le calcul des instabilités de rotation.

On connaît déjà plusieurs types de mesure d'instabilité de rotation d'un moteur, la plus connue étant celle décrite dans l'article intitulé "Ein einfaches und objektives Messverfahren für die Laufunruhe" de Bianchi et Latsch, revue M.T.Z. n° 7/8, juillet/août 1978. Celle-ci utilise un critère
20 d'instabilité ou rudesse, appelé communément critère Bosch qui utilise les variations de la période T de rotation du moteur au cours de révolutions successives. Ce critère est de la forme :

$$L = \frac{T_1 - 2 T_{1-1} + T_{1-2}}{T_1^3}$$

25 Ce critère présente cependant un inconvénient majeur qui est d'être extrêmement sensible à la moindre accélération du moteur. De ce fait il n'est utilisable que sur un moteur tournant au banc d'essai à régime constant, et non sur un moteur en utilisation sur un véhicule.

30 Le but de l'invention est d'éliminer les inconvénients précédents en trouvant un procédé et un dispositif de réglage et d'évaluation du vieillissement d'un moteur qui soit aussi précis que possible et qui s'affranchisse en particulier de l'influence de l'accélération volontaire communiquée au moteur.

L'invention consiste essentiellement à utiliser un dispositif de repérage
35 angulaire du vilebrequin avec repérage absolu, incrémentation et interpolation, dispositif qui est de préférence le même que celui utilisé pour l'allumage

électronique du moteur, puis à traiter numériquement les impulsions produites par ce dispositif en fonction d'un nouveau critère, et enfin, à agir en fonction du résultat de ce traitement numérique sur au moins un des paramètres de marche du moteur dans le sens voulu pour que ledit résultat se trouve à l'intérieur de tolérances déterminées expérimentalement.

D'autres particularités de l'invention apparaîtront dans la description qui va suivre d'un mode de réalisation pris comme exemple et représenté sur le dessin annexé, sur lequel :

la fig. 1 représente le schéma habituel du dispositif de repérage angulaire d'un allumage électronique intégré avec la matérialisation des fenêtres;

la fig. 2 est un graphique schématique montrant la succession en fonction du temps des divers passages des fenêtres;

la fig. 3 est l'organigramme du dispositif d'élaboration du critère relatif;

la fig. 4 est l'organigramme du réglage du paramètre moteur en fonction de ce critère;

les fig. 5 et 6 représentent les variations de ce critère en fonction de la richesse et en fonction de la richesse et de l'avance.

La plupart des moteurs thermiques modernes comportent un allumage électronique intégral, lequel utilise un dispositif de repérage angulaire du vilebrequin avec repérage absolu, incrémentation et interpolation, en particulier celui décrit dans le brevet français 2.446.467 au nom de la demanderesse.

Un mode de réalisation courant est représenté sur la fig. 1 sur laquelle on voit la forme de la cible 1 qui tourne devant le capteur 2. Cette cible comporte dans l'exemple 44 dents régulièrement espacées, excepté en deux endroits diamétralement opposés où deux dents ont été supprimées et remplacées par une discontinuité 3 servant au repérage absolu mais permettant l'extrapolation des dents manquantes. On obtient ainsi un repérage précis de la position angulaire à chaque instant, d'abord par une méthode incrémentale en comptant le nombre de dents, puis par une interpolation entre les dents, avec en outre un recalage du zéro à chaque demi-tour lors du passage de la discontinuité 3. Un dispositif 4 de mise en forme des impulsions provenant du capteur 2 délivre à sa sortie 5 des impulsions en créneaux qui sont habituellement traitées par un dispositif numérique qui réalise ce repérage précis de position angulaire et commande l'allumage électronique ainsi que ses corrections.

Dans le cas le plus général où le moteur comporte un tel allumage, l'invention se bornera donc à utiliser également ces mêmes impulsions pour les dériver vers le dispositif de mesure d'instabilité de rotation selon l'invention qui fonctionnera en parallèle avec le dispositif d'allumage. Dans les autres cas naturellement, il suffit de rajouter un tel dispositif classique.

Conformément à l'invention, on définit fictivement sur la cible 1 un certain nombre de fenêtres F qui obéissent aux trois règles suivantes :

- 1°) la somme des valeurs angulaires des diverses fenêtres F sur un tour représente la moitié de l'angle de rotation complet, c'est-à-dire 180° ;
- 2°) les diverses fenêtres sont égales et leur nombre est égal au nombre d'explosions par tour du moteur, lui-même fonction du nombre de cylindres; et
- 3°) le début de chaque fenêtre est décalé en retard d'environ 8 à 10° par rapport au point mort haut du couple de pistons associés.

Dans le cas le plus général d'un moteur à quatre temps et à quatre cylindres, on a donc deux fenêtres de 90° décalées de 10° par rapport aux points morts haut et bas. Dans l'exemple précédent, ce décalage correspond sensiblement à une dent.

On peut expliquer la raison de ce choix par le fait qu'à chaque demi-tour du vilebrequin, on peut distinguer une phase au cours de laquelle la détente dans un des cylindres est prépondérante, et sujette à variation selon l'existence possible de ratés ou de défauts d'allumage, et une deuxième phase au cours de laquelle c'est la compression dans un cylindre opposé qui est prépondérante, phase qui correspond à un travail résistant et sensiblement constant.

Conformément à l'invention, on utilise un "timer" c'est-à-dire un générateur de signal d'horloge à quartz avec comptage ininterrompu qui fournit ainsi diverses valeurs numériques t représentées sur la fig. 2 pour diverses valeurs croissantes de l'indice i . Par le calcul numérique, à partir de ces valeurs du temps repérées pour les débuts et fins de chaque fenêtre de chaque tour de la cible 1, on détermine les durées TF successives de passage des fenêtres, et les périodes TP de révolution complète, puis à partir de ces diverses valeurs on effectue successivement, comme représenté sur l'organigramme de la fig. 3, les opérations suivantes :

- 1°) on calcule la somme des périodes TF de passage des fenêtres pour le tour qui vient de se terminer, ce qui élimine les défauts de denture éventuels de la cible 1, puis la valeur de cette même quantité pour le tour qui précède,

et enfin la valeur absolue de la différence entre ces deux sommes, c'est-à-dire la variation du temps de passage global des fenêtres.

2°) On calcule les périodes TP de révolution complète de la cible 1 pour le tour qui s'achève et le tour précédent, et la valeur absolue de la différence entre ces deux périodes.

3°) On calcule enfin la valeur absolue de la différence entre le double de la valeur absolue calculée sous 1 et la valeur absolue calculée sous 2;

4°) On retranche à la quantité calculée sous 3 un terme correctif K correspondant à l'erreur moyenne de calcul liée à la précision du "timer", quantité évaluée à 7 microsecondes pour une fréquence d'horloge de 1 MHz;

5°) On calcule la valeur absolue de la quantité précédente et on la divise par le cube de la dernière période TP calculée.

On obtient donc, à la suite de ces opérations,

$$C = \frac{2 \left| (TF_{i-1} + TF_{i-2}) - (TF_{i-3} + TF_{i-4}) \right| - \left| TP_i - TP_{i-2} \right| - K}{TP_i^3}$$

L'expérience montre que ce critère G, qui a comme dimension l'inverse du carré d'un temps, varie très fortement d'un tour à l'autre en fonction de la présence ou non de ratés d'allumage. Pour obtenir une quantité plus pondérée et exploitable directement, on calcule donc, comme représenté sur la suite de l'organigramme de la fig. 3, un critère relatif Cn de la manière suivante :

On opère sur n période, et l'on compte au cours de ces n périodes, le nombre de fois où la valeur C a dépassé un seuil S fixé à l'avance, et l'on divise le nombre ainsi obtenu par le nombre n, ce qui donne finalement un pourcentage sans dimension.

On observe sur les courbes représentées sur les fig. 5 et 6 que ce critère relatif est une fonction décroissante de la richesse R et que l'avance à l'allumage a une influence non négligeable.

Sur véhicule, on observe que le rapport de boîte n'influe pratiquement pas sur le niveau de ce critère. De même, et c'est là le résultat particulièrement intéressant par rapport à l'état de la technique, le critère est indépendant de l'accélération du véhicule, tout au moins lorsque cette accélération demeure modérée. Pour s'affranchir de l'influence des accélérations brutales, on agence le dispositif pour qu'il n'effectue pas les calculs indiqués lorsque la variation de pression d'un tour à l'autre dépasse un seuil donné.

En fonction de ces résultats expérimentaux, on comprend que si l'on cherche à réaliser un coefficient relatif d'irrégularité C_n le plus faible possible, on est conduit inmanquablement à adopter une richesse excessive, incompatible avec les économies d'énergie. Inversement, si l'on tolère un important coefficient d'irrégularité pour permettre une économie d'énergie maximale, on est conduit avec la dérive à ce que le moteur atteigne trop vite des conditions de fonctionnement inacceptables.

Pour cette raison, l'invention prévoit, lors du réglage initial du moteur neuf, de déterminer des tolérances minimales a et maximale b pour le pourcentage de C_n , et ensuite à ramener à chaque réglage cette valeur du critère à l'intérieur des tolérances en modifiant la richesse en conséquence. On suppose en effet, que lorsque la valeur de C_n sort des limites tolérées, c'est la variation de richesse qui est la cause déterminante de ce dérèglement, surtout si comme on l'a supposé on utilise un allumage électronique intégral qui est pratiquement indéréglaible. On doit alors diminuer la richesse si C_n est inférieur à a et l'augmenter si C_n est supérieur à b, comme représenté sur l'organigramme de la fig. 4.

Cette action peut être manuelle, mais elle peut facilement être rendue automatique puisque le dispositif selon l'invention élabore en permanence la valeur de C_n et qu'il est facile d'agir numériquement sur la richesse, en particulier lorsqu'il s'agit d'une injection électronique dont le temps d'injection est lui-même numérisé. Ceci permet au véhicule de fonctionner toujours avec un coefficient d'instabilité optimal et proche du réglage initial. En même temps, cela fournit une indication permanente sur l'état de vieillissement du moteur en mesurant la variation de richesse qui a été ainsi déterminée. Lorsqu'elle sort des tolérances fixées, en particulier, on peut diagnostiquer automatiquement un état de vieillissement du moteur et le signaler au conducteur.

Il est important de noter que tous ces résultats s'obtiennent à l'aide d'un simple microprocesseur, par exemple un 6801, complété d'une mémoire vive et d'une mémoire morte contenant la programmation convenable établie en fonction des organigrammes qui précèdent, et les données expérimentales, notamment les valeurs de K , S , n , a et b .

REVENDECATIONS

1. Procédé de réglage et de mesure du vieillissement d'un moteur à combustion interne, caractérisé par le fait

a) que l'on utilise un dispositif de repérage angulaire du vilebrequin utilisant une cible (1) munie de dents et régulièrement espacé sauf des interruptions (3) pour le repérage absolu, ces dents défilant devant un capteur (2) associé à un dispositif (4) de mise en forme des impulsions, ce dispositif pouvant être le même que celui utilisé pour l'allumage électronique du moteur,

b) on détermine sur la cible (1) des fenêtres angulaires (F) en nombre égal au nombre d'explosions par tour, dont la somme des valeurs angulaires sur un tour représente 180° , et dont le début est décalé d'environ 8 à 10° en retard sur le point mort correspondant,

c) on calcule par traitement numérique les périodes de passage (TF) de ces diverses fenêtres et on en fait la somme sur un tour, puis on calcule une première valeur qui est la valeur absolue de la différence entre cette somme pour un tour et celle du tour précédent,

d) on calcule le temps de la période de rotation sur un tour (TP) et on calcule une deuxième valeur comme valeur absolue de la différence entre les périodes de rotation de deux révolutions successives,

e) on calcule une troisième valeur comme valeur absolue de la différence entre le double de la première valeur calculée sous c) et la deuxième valeur calculée sous d),

f) on calcule un critère d'instabilité instantané (C) comme valeur absolue de la différence entre la troisième valeur calculée sous (e) et un terme correcteur (K) qui est fonction de la précision des mesures et qui est de l'ordre de 7 microsecondes (pour 1 MHz),

g) on divise le terme obtenu sous f) par le cube de la période de rotation (TP) déterminée précédemment,

h) on calcule un critère relatif (Cn) comme rapport entre le nombre de fois sur n tours où le critère instantané précédent (C) a dépassé un seuil (S) déterminé expérimentalement, et ce nombre n de tours, enfin

i) on agit sur au moins un des paramètres de marche du moteur dans le sens voulu pour maintenir ce critère relatif (Cn) à l'intérieur de tolérances (a,b) déterminées expérimentalement.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on diagnostique un vieillissement du moteur en fixant des tolérances pour la valeur du paramètre considéré et en déterminant la quantité dont le paramètre relatif (Cn) réglé selon la revendication 1 s'écarte de ces tolérances.

5 3. Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le paramètre choisi est la richesse du mélange ou le temps d'injection.

10 4. Dispositif d'autorégulation à bord d'un véhicule à moteur thermique, d'un paramètre de marche de ce moteur, notamment de la richesse de l'alimentation, par la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait qu'il comprend un microprocesseur recevant les impulsions d'un dispositif de captage (1 à 4) d'un allumage électronique intégral, microprocesseur combiné avec une mémoire vive et une mémoire morte contenant le programme d'instruction et les données pour l'exécution de
15 l'organigramme définissant ledit procédé, ce dispositif agissant en sortie sur la commande dudit paramètre, notamment sur le temps d'injection s'il s'agit du paramètre richesse et si le véhicule est à injection électronique.

20 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il commande également en sortie un témoin de diagnostic de vieillissement du moteur.

1/4

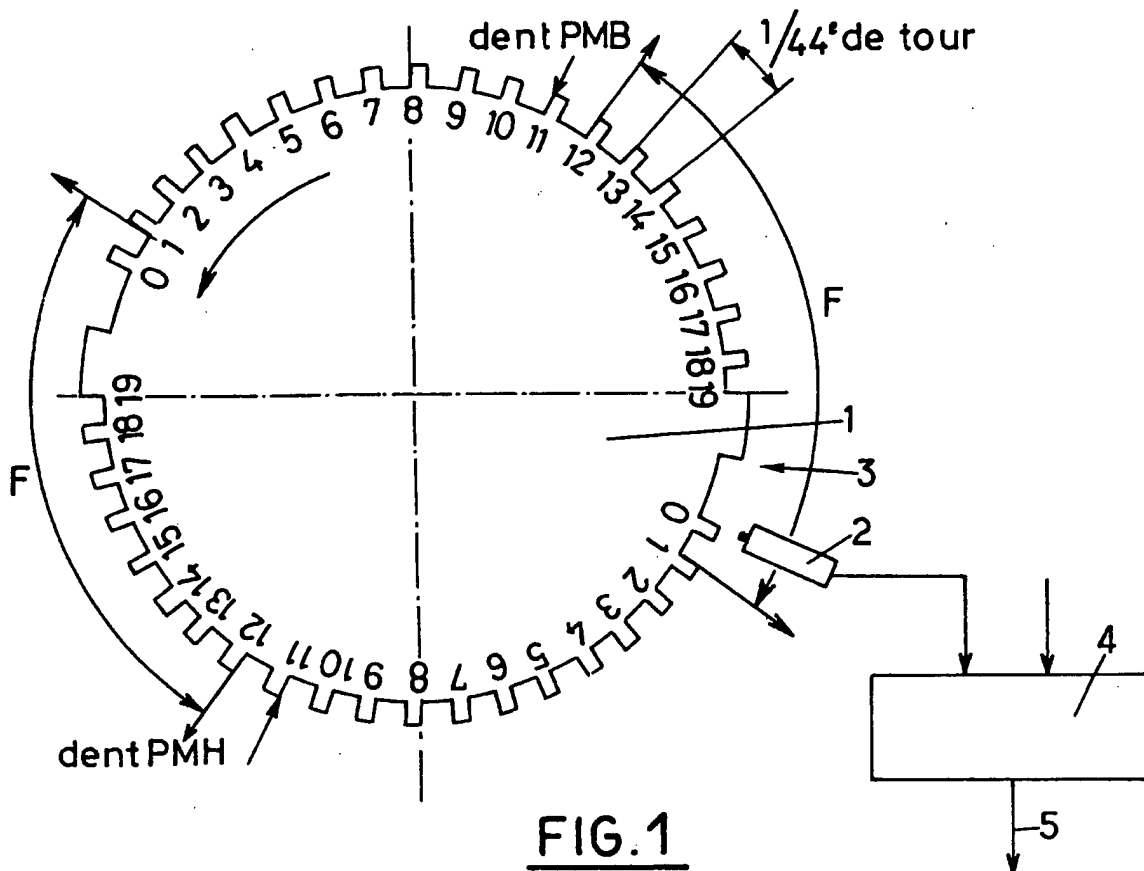


FIG. 2

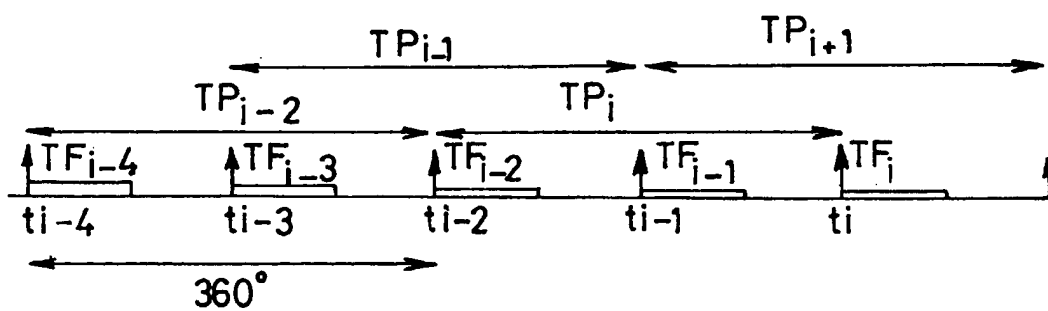


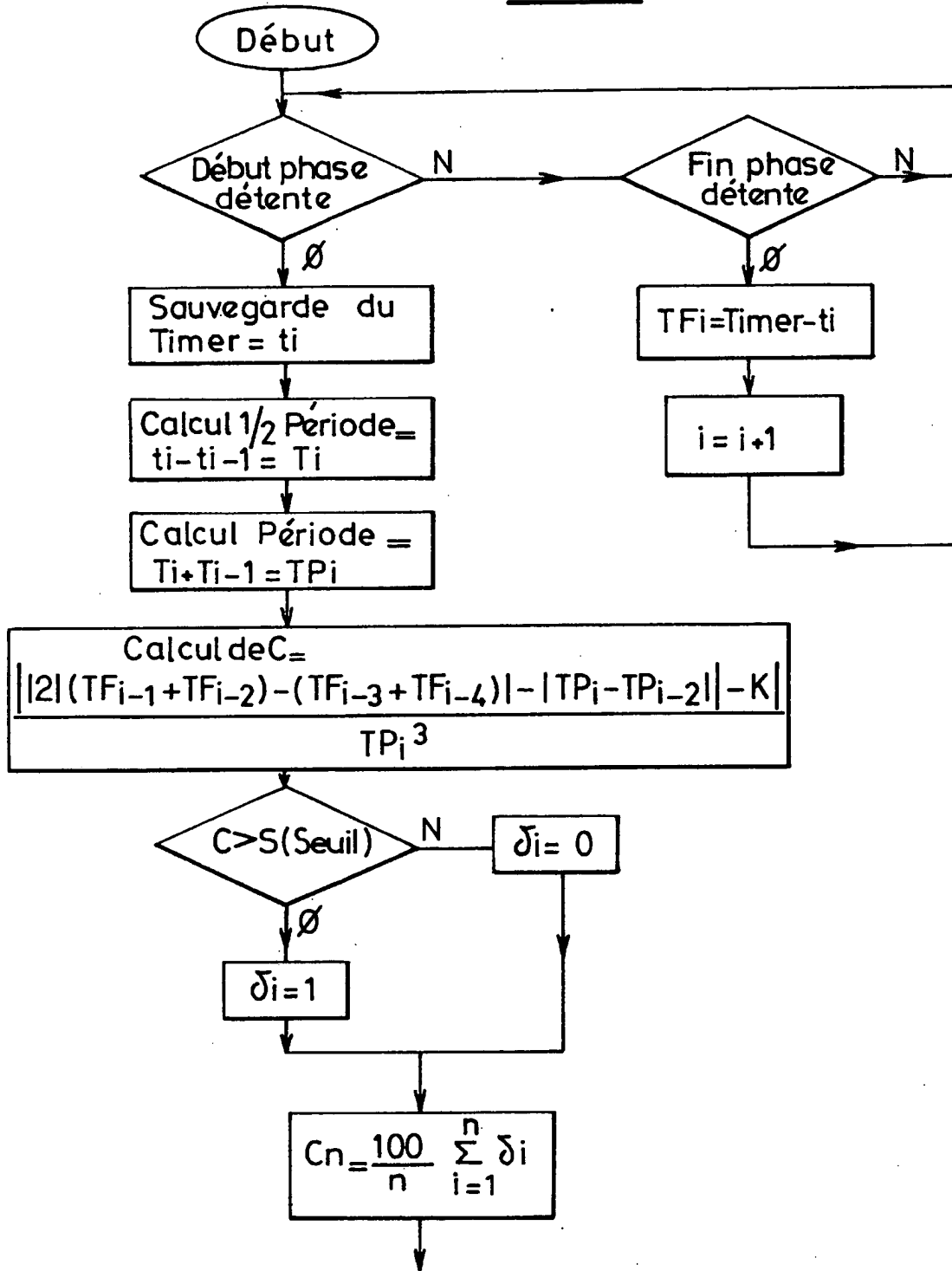
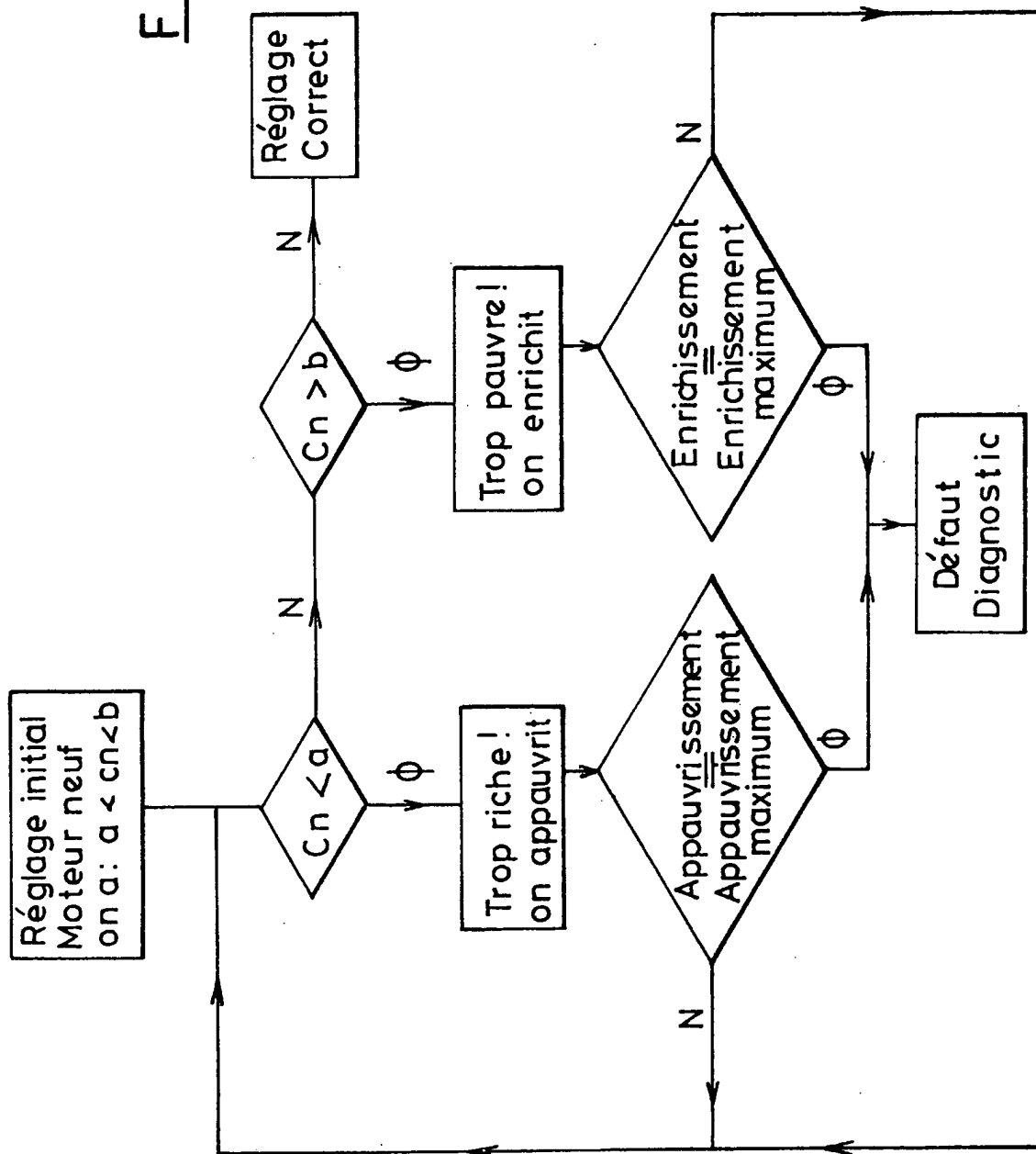
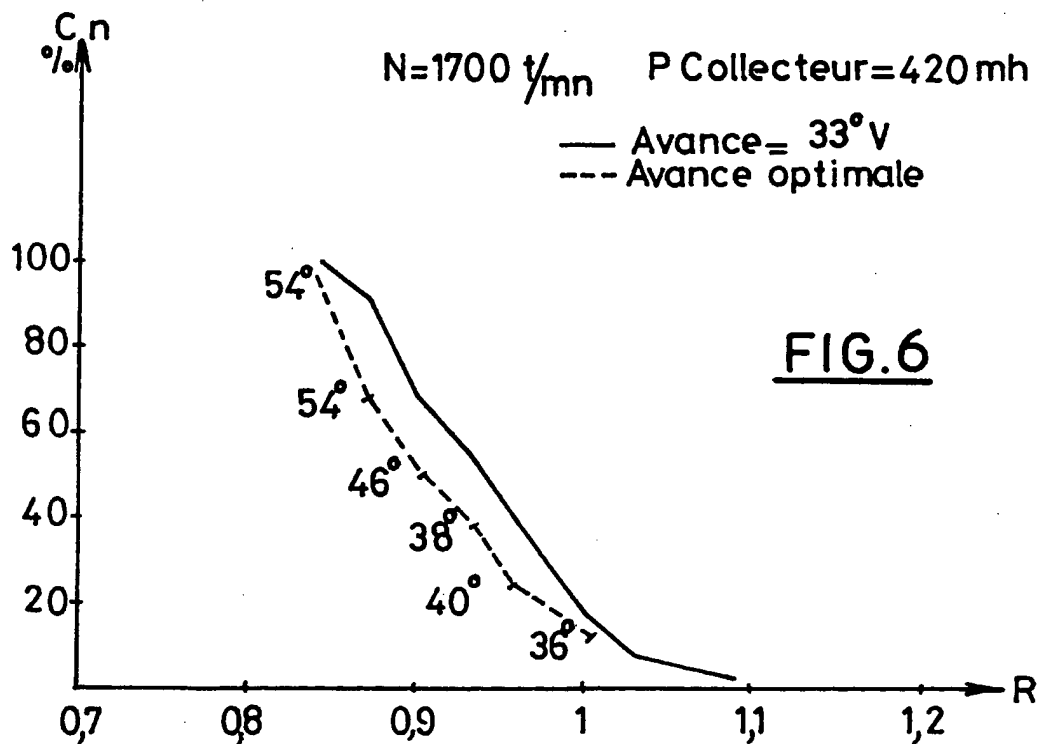
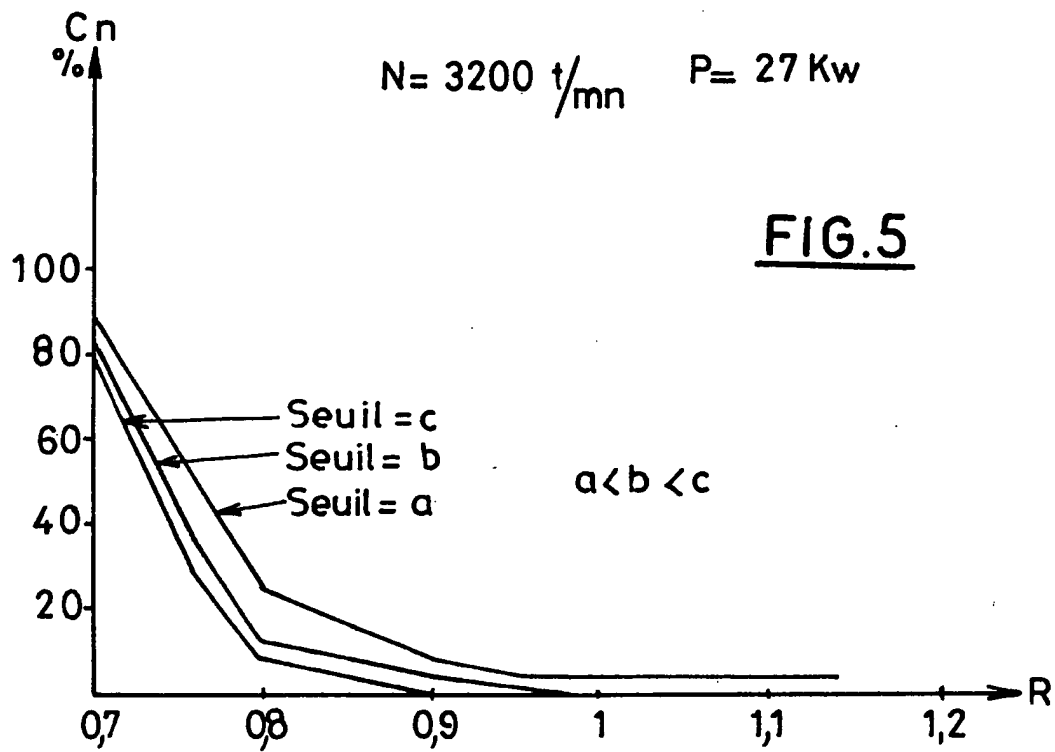
FIG.3

FIG. 4

4/4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0128817

Numéro de la demande

EP 84 40 1144

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. *)
Y	FR-A-2 301 691 (R. BOSCH) * figure 2; page 5, lignes 18-30; page 7, ligne 1 - page 11, ligne 15 *	1-4	F 02 D 5/00 F 02 P 5/04
Y	US-A-4 181 944 (TERUO YAMAUCHI et al.) * en entier *	1-4	
Y	EP-A-0 024 733 (NINOMIYA, MASAKUZU) * figure 2; page 11, ligne 8 - page 16, ligne 26 *	1-4	
A	US-A-4 344 140 (CHUN-KEUNG LEUNG) * en entier *	1-3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. *)
			F 02 D F 02 P
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21-09-1984	Examineur GODIN CH. G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

CEB Form 1503 03/82